BOLETIN
DE LA SOCIEDAD DE HISTORIA NATURAL DE BALEARES

TOMO VII **Fasc. 1-2-3-4** **AÑO 1961**

FORMACIONES CUATERNARIAS DEL LITORAL ESTE DE MALLORCA (CANYAMEL - PORTO CRISTO).

por Karl W. Butzer y J. Cuerda Barceló

INTRODUCCION

La costa oriental de Mallorca, caracterizada por una predominancia de cabos y acantilados, ha dado hasta ahora pocos depósitos fosocia de cabos y acantilados, ha dado hasta ahora pocos depósitos fosilíferos de edad cuaternaria. La fauna de los yacimientos conocidos no es muy rica y las especies termófilas del Tyrrheniense sólo están pobremente representadas. Así y todo han sido efectuados trabajos anteriores sobre algunas pocas localizaciones, tales como Cala Agulla (Muntaner Darder 1955; Cuerda 1957 a); Cala Ratjada (Muntaner, no puplicado; Solé Sabaris 1962); Playa de Canyamel. (Hermite 1879; Muntaner, no publicado; Solé Sabarís 1962), y Porto Cristo (Cuerda y Muntaner 1957; Solé, 1962). Los reconocimientos sistemáticos y mapas de los depósitos pleistocénicos se habían limitado a los abruptos acantilados costeros existentes entre Porto Colom y Cabo Salinas (Butzer y Cuerda, 1961, 1962 a; Butzer, 1962).

Parecía pues, que un reconcimiento de las amplias y poco profundas bahías que se dan con frecuencia entre Porto Colom y Porto Cristo (1) podía revelar, posiblemente, algunos yacimientos fosilíferos, mas teniendo en cuenta que los trabajos geomorfológicos anteriormente efectuados en este sector se reducían a una breve visita hecha a Cala Millor por L. Solé (1962), que puso de manifiesto la existencia de una

(1) Los nombres de localidades han sido tomados del mapa 1:25 000 del Servicio Geográfico del Ejército, 1960; hojas 700-I (Son Servera) y 700-II (Porto Cristo).

dudosa playa a + 1 m., sin fauna. Por ello durante el mes de junio de 1960 efectuamos un reconocimiento preliminar, en el transcurso del cual fue descubierto un satisfactorio número de nuevos yacimientos marinos cuaternarios (Butzer y Cuerda, 1962).

La abundancia de depósitos y fauna de hecho justificaban un intensivo reconocimiento de los 24 kilómetros de costa comprendidos entre Canyamel y Porto Cristo, el cual fue efectuado durante septiembre de 1962 (2), siendo descubierta una rica fauna tirreniense en buena contextura estratigráfica, lo que constituye un valioso complemento de los ya conocidos depósitos marinos cuaternarios de la Bahía de Palma (Cuerda 1957 b, Muntaner 1957).

CARACTERES GENERALES GEOMORFOLOGICOS

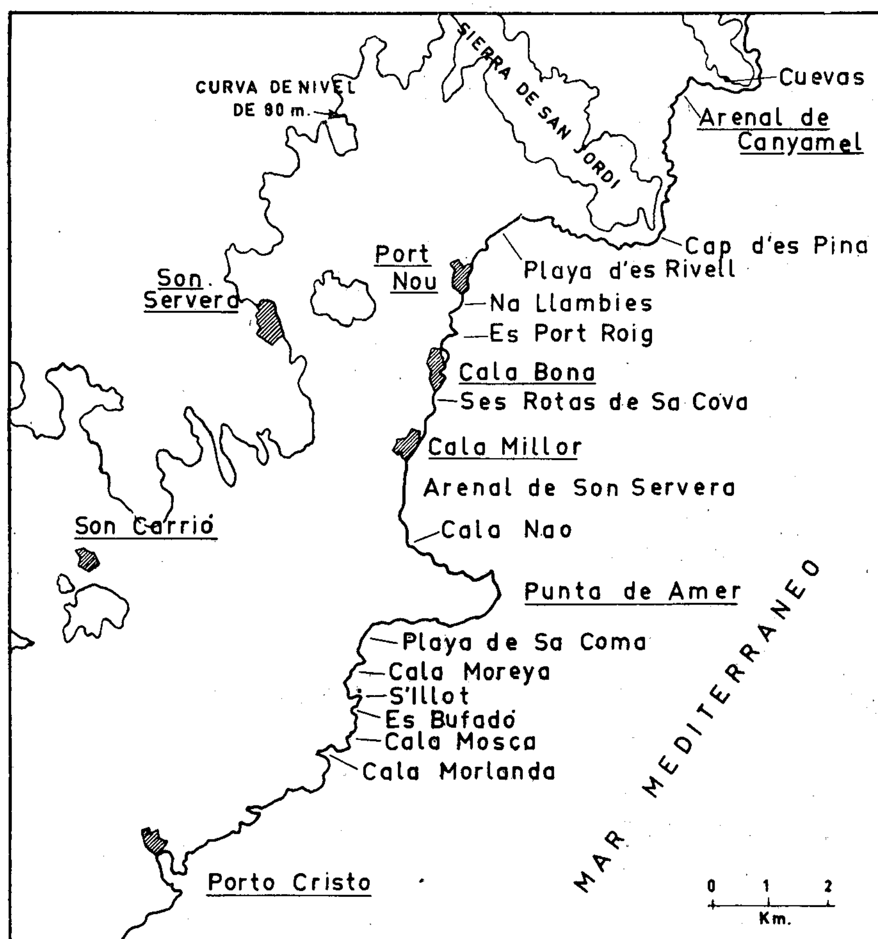
La costa Este de Mallorca, entre Canyamel y Porto Cristo, consta de dos unidades litológicas y estructurales. En el sector septentrional, donde el Cap d'es Piná representa las últimas prolongaciones orientales de la Sierra de Artá, la costa está formada por las calizas plegadas del Mesozoico. Más hacia el Sur, aparecen en el litoral las calizas horizontales del Mioceno, en tanto que las series plegadas del Mesozoico y del Terciario ocupan en el interior un área formada por separadas colinas de una elevación moderada de 100 a 300 m. (c. f. Mapa Geológico 1 : 50.000 de B. Darder, 1932). Los depósitos cuaternarios, a excepción de Punta Amer, se reducen a extensiones de limos coluviales y dunas regresivas de poco espesor.

Inmediatamente al Sur de la Sierra de San Jordi, en la Playa d'es Revell, comienzan las suaves pendientes de la plataforma costera, la cual se extiende tierra adentro hasta llegar a 40-50 m. sobre el nivel del mar. Esta plataforma en Porto Cristo, con una anchura de 4 kilómetros, llega a alcanzar altitudes de 60-80 m.

Siendo así que tanto el Mesozoico plegado, como los estratos horizontales del Mioceno soportan la plana costera, su origen debe ser atribuído a la abrasión marina durante el Pleistoceno. El trabajo de campo en el interior no revela todavía líneas de costa, suficientemente claras, que permitan detallados comentarios sobre los fenómenos anteriores al Tyrrheniense II.

(2) Los trabajos de campo han sido posibles gracias a la subvención del Department of Geograpy and The Research Comittee de la Universidad de Wisconsin Madison U. S A.

Entre la Playa d'es Revell y Cala Millor, la línea de costa está formada por bajos acantilados calizos de + 3-6 m. ocasionalmente interrumpidos por playas de arena. Desde Cala Millor a Cala Nao, se extiende una larga playa culminada por un campo de subcrecientes du-



Mapa del área de Canyamel a Porto Cristo

nas, no consolidadas, de unos 10 m. de espesor. El gran saliente de Punta Amer, está esencialmente constituído por potentes dunas del Pleistoceno medio. Más allá, hacia el Sur, se extienden nuevas playas

arenosas (Playa de Sa Coma, Cala Moreya). Finalmente entre S'Illot y Porto Cristo son frecuentes los acantilados de tipo medio de + 8-12 en la caliza miocénica.

DEPOSITOS LITORALES ENTRE CAP D'ES PINA Y PUNTA DE AMER

Cap d'es Pinà a Port Nou

A lo largo del pie de la Sierra de San Jordi no han sido hallados depósitos marinos del Pleistoceno. Las terrazas de torrentes y conos aluviales se observan esporádicamente y en parte se extienden por debajo del actual nivel del mar.

Justo al Norte de la Playa d'es Revell, existe un depósito marino, por desgracia no fosilífero, constituido por 20-30 cms. de arenas cementadas rojizo-amarillentas y conglomerado de playa, alcanzando +1,6 m. y soportando unos 70 cms. de limos coluviales que forman una plana costera a 4 m. por encima del nivel del mar. El conglomerado cementado es totalmente análogo a los depósitos de playa de Cala Bona, y bien puede corresponder al Tyrrheniense tardío.

Na Llambies.

Sobre una base formada por calizas del Mesozoico y en la costa rocosa que se extiende al Sur de Port Nou, fue localizado un número de interesantes depósitos de edad desconocida.

En forma simplificada, la sucesión estratigráfica (de abajo a arriba) es la siguiente:

a) 2 m. de caliza margosa amarillenta con innumerables nódulos y horizontes de costras calcáreas, estratificada con inclinación de 20 % hacia el mar, indicando una facies marina o lagunar, esteril, que alcanza hasta + 4 m.

b) 50 cms. de limos semicementados rojizo-amarillentos (5 YR 7/6) (1) con concreciones y costras intercaladas, bajo una costra pardo-rojiza (5 YR 5/4) de 4-6 mm. de espesor.

c) 75-150 cms. de caliza detrítica marina, cimentada, con grandes ejemplares de *Ostrea*, los cuales generalmente alcanzan diámetros de 15-20 cms. Estos sedimentos llegan hasta + 3,5 m. en pendiente de 20 %.

---

(1) Números de la tabla de Referencias de Munsell Soil Charts. Baltimore U. S. A., 1954.

d) 135 cms. de brecha semicementada, rosada, con fragmentos rodados de *Ostrea*, de gran tamaño; recubierta por 20 cms. de caliza marina que alcanza hasta + 3 m. Discordancia mayor.

Estos antiguos depósitos, están recubiertos por arenas y cantos de playa no consolidados y de edad reciente, a niveles de + 2,5 m. y + 3,3 m. La facies de los limos y calizas enteramente cementados no semeja la de los sedimentos anteriormente observados en el Pleistoceno de Mallorca. Por otra parte tampoco ha sido observada en otros depósitos cuaternarios de la Isla semejante abundancia de *Ostrea* de tan gran tamaño. Posiblemente estos estratos marinos son de edad prepleistocénica (Plioceno?). Sería conveniente un estudio comparativo de los foraminíferos para poder deslucidar esta cuestión.

Es Port Roig.

El pequeño promontorio de Es Port Roig, a mitad de camino entre Port Nou y Cala Bona, parece estar constituido casi enteramente por los depósitos del Pleistoceno. La sucesión estratigráfica (de abajo a arriba) es la siguiente:

a) 190 cms. de brecha caliza semicementada con arena limosa amarillo rojiza (5-7,5 YR 5-6/6), muy nodulosa. Discordancia.

b) 120 cms. de limos arenosos semicementados rojizo-amarillentos (5 YR 6/6) con conglomerado subangular o subrodado.

c) 40-50 cms. de duna basta, rosada (7,5 YR 8/4) sedimentada N 30º O.

d) 90-150 cms. de arena limosa consolidada o semicementada, color amarillento-rojiza (7.5 YR 6/6 bajo unos 40 cms. de costra calcárea (costra zonar).

Junto al mar la facies cambia pasando a conglomerados o arenas de playa con unos estratos semejantes a los de duna en parte superior, los cuales en general presentan un carácter continental pues contienen: *Iberellus minoricensis sp. Companyoi* Aleron y *Helicella frater* Dohrn et Heynemann.

La parte baja e intermedia de estos depósitos, que alcanzan hasta + 2,6 m. contienen fauna marina con las siguientes especies:

Conus (Chelyconus) mediterraneus Bruguiere.
Conus (Chelyconus) testudinarius Martini.
Tritonidea (Cantharus) viverrata Kiener (frag.)
Columbella rustica Linné.
Murex (Chicoreus) trunculus Linné.

Purpura (Stramonita) haemastoma L. var. *aff. laevis* Monterosato.
Triton (Cymatium) costatus Born (frag.).
Strombus bubonius Lamarck (frag.).
Arca (Navicula) Noae Linné.
Arca (Acar) plicata Chemnitz.
Cardita senegalensis Reeve.
Cardium tuberculatum Linné.
Chama gryphoides Linné.

Esta asociación faunística corresponde a una facies muy litoral, y en ella se observa la presencia de varias especies termófilas del Tyrrheniense: *Conus testudinarius* Mart. *Tritonidea viverrata* Kien. *Tritos costatus* Born, *Strombus bubonius* Lmk. *Arca plicata* Chemt. y *Cardita senegalensis* Rev. Todas ellas son muy características de los depósitos litorales del último interglaciar, y tres de ellas: *Strombus bubonius, Triton costatus* (en facies litoral) y *Cardita senegalensis*, se puede decir son privativas del Tyrrheniense II.

Por otra parte, los ejemplares de *Purpura haemastoma* L. recogidos en este yacimiento, presentan, casi todos, la forma globosa típica también del Tyrrheniense.

e) Más hacia el interior, en el arranque del promontorio, se observa un depósito contemporáneo del anterior (d), pero en discordancia lateral con el mismo. Está constituido por 175 cms. de arena limosa, rosada (7,5-10 YR 8/4) con costra similar en la parte superior. Los lentejones de gravas bastas rodadas y subangulares de grano medio proceden del vecino Torrent Nou.

La fauna hallada en estos sedimentos es muy particular ya que junto a especies terrestres, *Iberellus minoricensis Companyoni* Aler. y *Tudorella ferruginea* Lamk. se observa una gran cantidad de *Limnaea ovata* Draparnaud, especie paleártica muy poliforma que vive en aguas dulces, estancadas o de curso lento. Los ejemplares recogidos ofrecen una forma globosa muy próxima a *L. limosa* siendo en general de tamaño pequeño. Ello indica en este horizonte una facies de estero, de aguas no muy pútridas con vegetación acuática.

f) 10 a 35 cms. de conglomerado de playa con grandes cantos bien rodados y arenas limosas amarillento-rojizas (7.5 YR 7/6) con fauna bastante abundante. Estos sedimentos alcanzan hasta + 1,8 m.

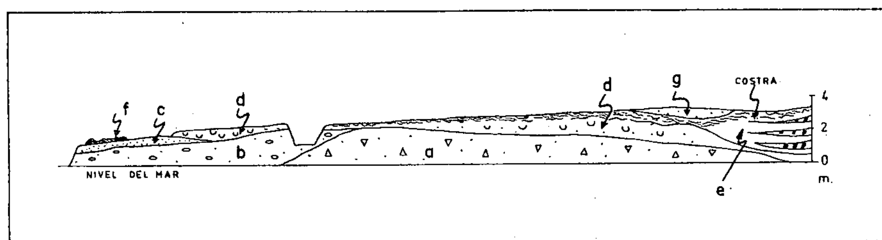
Las especies recogidas en dichos conglomerados son:

Conus (Chelyconus) mediterraneus Bruguiere.
Mangilia Vauquelini Payraudeau.

Nassa (Amycla) corniculum Olivi.
Columbella rustica Linné.
Purpura (Stramonita) haemastoma Linne.
Cerithium (Vulgocerithium) vulgatum Bruguiere
Gibbula ardens Von Salis.
Spondylus gaederopus Linné.
Arca (Navicula) Noae Linné.
Arca (Barbatia) barbata Linné.
Cardita calyculata Linné.
Cardium (Cerastoderma) edule Linné.
Chama gryphoides Linné.
Lucina (Loripes) lactea, Linné.

Esta fauna corresponde a una facies muy litoral y contrasta mucho con la del nivel marino (d), ya que no contiene ninguna especie termófila del Tyrrheniense.

Esto evidencia que los sedimentos marinos en (f) no solamente por su posición estratigráfica son posteriores a los estudiados en el nivel (d) sino que además su fauna indica que necesariamente hubo de



Es Port Roig. Los símbolos se explican en el texto. Escala vertical exageración 3x.

mediar entre la sedimentación de ambos niveles marinos un largo lapso de tiempo durante el cual se operó un cambio climático de tendencia fría que produjo la regresión de las especies de mar cálido, cuya presencia se observa en el primer nivel.

Este cambio climático debe ser relacionado con una regresión que forzosamente hubo que mediar entre las dos playas (d) y (f) ya que entre los grandes cantos rodados de la última se observan bloques también rodados de la primera.

g) 45 cms. de arena limosa no consolidada, color pardo (10 YR 5/4) de edad reciente.

Este yacimiento de Port Roig es pues importante, ya sea por el cambio lateral de facies y de fauna de agua dulce a marina, ya en atención a las dunas litorales en él observadas.

La posición estratigráfica de los dos niveles marinos es marcadamente clara y corresponde al Tyrrheniense IIb final (Butzer y Cuerda 1962a) y al Tyrrheniense III, cronología que queda también, como se ha dicho, comprobada por la fauna en ellos recogida.

Cala Bona.

En el pequeño promontorio al Este del embarcadero de Cala Bona existe un conglomerado marino, amarillo-rojizo (5 YR 6/8), cementado que alcanza hasta +1,5m., idéntico en facies a la playa del Tyrrheniense III de Es Port Roig. La fauna recogida en este yacimiento comprende las siguientes especies:

Conus (Chelyconus) mediterraneus Bruguiere.
Conus (Chelyconus) testudinarius Martini (frag.)
Columbella rústica Linné.
Purpura (Stramonita) haemastoma Linné.
Triton nodiferum Lamarck (frag.)
Emarginula cancellata Philippi.
Arca (Navicula) Noae Linné.
Arca (Barbatia) barbata Linné.
Cardita calyculata Linné.
Lucina (Jagonia) reticulata Poli.

A excepción de *Triton nodiferum* Lmk., todas las especies son muy litorales. La única de ellas que presenta valor estratigráfico es *Conus testudinarius* Mart. de la cual únicamente hemos recogido un gran fragmento, que confirma la edad tirreniense de este yacimiento.

Ses Rotas de Sa Cova

En un pequeño promontorio, a medio camino entre Cala Bona y Cala Millor, existe un yacimiento con abundante fauna tirreniense.

Su estratigrafía, mas bien sencilla, descansando sobre una base caliza, presenta la siguiente sucesión:

a) 15 cms. de brecha roja semicementada (2.5-5 YR 5/6).

b) 20 cms. de brecha y limos cementados, parduzcos (10 YR 6/4). Discordancia.

c) 50 cms. de arena limosa amarillo-rojiza (7.5 YR 6/6) con concreciones.

d) 60 cms. de arena marina basta, semicementada, estratificada N. 60° O. La parte superior consiste en una arena limosa rojizo-amarillenta (7.5 YR 7/6) bajo una zona cementada de unos 5 cms. de un color pardo claro (5 YR 6/4). La playa alcanza hasta +1,6 m. conteniendo una fauna de facies muy litoral con las siguientes especies:

Conus (Chelyconus) mediterraneus Bruguiere.
Conus (Chelyconus) testudinarius Martini.
Tritonidea (Cantharus) viverrata Kiener.
Columbella rústica Linné.
Murex (Chicoreus) trunculus Linné.
Purpura (Stramonita) haemastoma Linné.
Triton (Cymatium) costatus Born.
Cypraea (Luria) lurida Linné.
Strombus bubonius Lamarck.
Cerithium (Vulgocerithium) vulgatum Bruguiere.
Vermetus sp.
Trochocochlea turbinata Born.
Patella (Costatopatella) ferruginea Gmelin.
Patella caerulea Linné.
Arca (Navicula) Noae Linné.
Arca (Acar) plicata Chemnitz.
Cardita calyculata Linné.
Cardium (Cerastoderma) edule Linné.
Chama gryphoides Linné.

En esta relación se observa la predominancia de gasteropodos, indicando más bien una facies rocosa. Figuran en ella, también, varias de las especies de mar cálido, hoy desconocidas en nuestras costas, y a las que ya nos hemos referido en alguno de los yacimientos estudiados anteriormente. De estas especies, las que tienen más significación estratigráfica son: *Conus testudinarius* Mart. *Triton costatus* Born. y *Strombus bubonius* Lmk. que por cierto abundan en este yacimiento.

Estas tres especies, que hasta ahora sólo habían sido citadas en las costas orientales de Mallorca con carácter excepcional, sólo son abundantes en el Tyrrheniense II de Mallorca, ya que en el Tyrrheniense III única-

mente han sido recogidos contados ejemplares de la primera y alguno que otro fragmento de las otras dos, que muy bien pueden proceder de ejemplares rodados pertenecientes a estratos anteriores.

e) 100 cms. de un suelo coluvial pardo (10 YR 5/3-4) en discordancia sobre la playa y formando una extensa plataforma a +4-5 mt.

Aunque la estratigrafía de este yacimiento es incompleta, el considerable espesor de las arenas marianas y sobre todo su fauna, son bien típicas del Tyrrheniense IIb, ofreciendo una sorprendente analogía paleontológica, con los yacimientos de esta edad de la Bahía de Palma (Cuerda 1957 b), por ejemplo con el de Campo de Tiro (Coll d'en Rebassa), aunque su altitud sea ligeramente menor, en el que nos venimos refiriendo.

Este nivel marino a +1,6 mt. de Ses Rotes de Sa Cova se extiende a modo de superficie de erosión por debajo de los depósitos coluviales más recientes, lo que bien podría responder a una plataforma de abrasión marina del Tyrrheniense III.

Arenal de Son Servera.

A pesar de que la extensa playa arenosa conocida bajo el nombre de Arenal de Son Servera, recubre las dunas de grano basto de edad post-Tyrrheniense II, hallamos sobre la línea de costa un bloque rodado de un material más antiguo. Este bloque está compuesto por una arena limosa rojizo-amarillenta (5 YR 6/6) englobando un único ejemplar semi-completo de *Strombus bubonius* Lamarck. Es muy posible, en este caso, de que se trate de un resto de un segmento de playa destruída correspondiente al Tyrrheniense II. por primera vez localizado en esta área, probablemente asociada con la extensa plataforma de erosión marina a +4-10 m. hallada en Cala Millor y más hacia el Sur.

Cala Nao.

En la amplia bahía que se forma entre el Arenal de Son Servera y la Punta de Amer, se observan nuevos depósitos fosilíferos marinos.
Cala Nao

Ha sido localizado junto a la costa un yacimiento, sobre una base caliza del Mioceno, el cual presenta la siguiente estratigrafía:

a) Más de 75 cms. de duna basta, semicementada, sedimentada N, 80° O. bajo 1 cm. de costra.

b) 50 cms. de arenas limosas de color que oscila entre rojizo-amarillento a rosado (7.5 YR 6-8/6, 8/4), sobre arenas de playa de color claro,

fosiliferas, que se extienden hasta +2'1 m. Entremezcladas con algunas conchas terrestres *(Iberellus minoricensis Companyoi* Aler.) fueron recogidas en estos sedimentos las siguientes especies marinas:

Conus (Chelyconus) mediterraneus Bruguiere
Conus (Chelyconus) testudinarius Martini
Tritonidea (Cantharus) viverrata Kiener (freg.)
Columbella rustica Linné
Purpura (Stramonita) haemastoma Linné
Purpura (Stramonita) haemastoma Linné *var aff. nodulosa* Monts.
Cassis (Semicassis) undulata Gmelin (frag.)
Cerithium (Vulgocerithium) vulgatum Bruguiere
Vermetus (Bivonia) triqueter Bivona
Natica (Mammilla) lactea Guilding
Trochocochlea turbinata Born
Fissurella gibberula Lamarck
Patella (Patellastra) lusitánica, Gmelin
Patella aff. caerulea Linné
Spondylus gaederopus Linné
Lima (Radula) squamosa Lamarck
Pectunculus (Axinea) violacescens Lamarck
Arca (Navicula) Noae Linné
Arca (Acar) plicata Chemnitz
Cardita calyculata Linné
Cardium tuberculatum Linné
Chama gryphoides Linné
Venus (Chamalaea) gallina Linné
Lucina (Loripes) lactea Linné

Esta fauna de marcado carácter litoral, a juzgar por la abundancia de individuos correspondientes a las especies de pelecípodos, especialmente *Cardium* y *Pectunculus,* indica una facies mas bien arenosa.

Las especies termófilas son escasas y el número de individuos de ellas recogidos es muy corto. De *Natica lactea* Guild. y *Arca plicata* Chemt. únicamente hemos hallado un ejemplar de cada especie; otro y algunos fragmentos de *Conus testudinarius* Mart., y dos fragmentos también de *Tritonidea viverrata* Kien. Por ello nos inclinamos a considerar este yacimiento en principio como correspondiente al Tyrrheniense III, tanto más cuando en el mismo se observa no sólo una regresión de las especies termófilas, sino también la falta de *Strombus bubonius* Lamk y *Triton costatus* Born,

que suelen ir asociadas con las anteriores en los yacimientos del Tyrrheniense II, de esta región.

c) 160 cms. de duna semicentada, sedimentada N. 105° 0 (la misma dirección del viento tormentoso actual) recubierta por restos de costra rojo-amarillenta. Wurmiense.

d) 200-1000 cms. de dunas modernas no consolidadas.

A pesar de que la posición estratigráfica de la playa de +2,1 m. geológica y paleontológicamente no es muy clara, es interesante a estos efectos, consignar la existencia en este lugar de una segunda playa más alta, situada un poco más al interior.

De abajo a arriba se presenta la siguiente estratigrafía:

a* Más de 30 cms. de duna consolidada, sedimentada N. 65° O.

b* 10 cms. de limos arenosos cementados, rojo-amarillentos (5 YR 5/6) con algo de brecha caliza.

c* 20 cms. de arenas limosas ya cementadas ya semicementadas (5 YR 5/6) con *Spondylus gaederopus* y algunas otras especies indeterminables, dado su mal estado de conservación y difícil extracción. Estos sedimentos marinos alcanzan hasta un maximum de altitud de +6,5 m. Costra y discordancia.

d* Más de 80 cms. de duna de grano medio, semicementada, estratificada N. 130° O., idéntica a la duna wurmiense del vecino yacimiento.

Pese a la dificultad de identificación de otras especies de este yacimiento, la playa a +6,5 m. debe ser considerada como cronológicamente correspondiente al Tyrrheniense II.

Una arena basta y mezclada con limos, en idéntica estratigrafía puede ser observada en una compleja sucesión de dunas, a unos 200 m. al Este de los yacimientos de Cala Nao. De abajo a arriba esta sucesión puede ser resumida así:

(I) 30 cms. de duna, sedimentada N. 105° O.
(II) 75-70 cms. de limos.
(III) 75-250 cms. de duna, sedimentada N. 65° O.
(LV) 80 cms. de limos detríticos.
(V) 30 cms. de arenas limosas de un final de playa.
(VI) 50-150 cms. de duna, sedimentada N. 85° O.

Las dunas (I) y (III) no presentan las diagenesis normal para las dunas del pre-Tyrrheniense I del Sur de Mallorca. (Butzer y Cuerda 1962 a) y pueden ser en principio consideradas como risienses. La duna (VI) puede ser el equivalente de la duna (a) soportando la playa más baja (b) y es desde luego más antigua que las dunas wurmienses (c) y (d*). Es posible, aunque no seguro, que la duna (a) esté estratificadamente intercalada

entre las playas a +6,5 m. y +2,1 m. De ser esto así, debería considerarse la playa a +2,1 m. como Tyrrheniense III, y apoyaría la evidencia de una importante regresión entre el Tyrrheniense II y III.

DEPOSITOS LITORALES ENTRE PUNTA DE AMER Y CALA MORLANDA

Punta de Amer, cerca a Playa de Sa Coma

Aunque en el promontorio y flanco meridional de Punta Amer faltan los verdaderos depósitos fosilíferos, un yacimiento localizado a 250 m. al este de la Playa de Sa Coma nos ofrece cierto interés.

La base está formada por una plataforma miocénica, cuyo borde se encuentra a +2-3 m. Encima de ésta se observa:

a) 50 cms. de limos detríticos, cementados, rojo claro (2,5 YR 6/6) con cristalizaciones secundarias de calcita en las pequeñas fisuras y oquedades.

b) 150 cms. de arena muy grosera, bien estratificada, llana sedimentada N. 20° O.) con *Ostrea* y restos de otros moluscos. Abundantes cantos calizos rodados de playa sugieren que se trata de una formación mixta marino-eolica depositada en la playa. Estas arenas que se extienden hasta +7 m. están cubiertas por una débil capa de limos cementados rojizo-amarillentos (5 YR 7/6). Discordancia.

c) 20 cms. de limos semicementados rojo-amarillentos (5 YR 5/6) y costras con fragmentos de moluscos a +3 m. Este depósito marino se adosa contra (a) y (b) y aparenta ser de edad posterior.

Los sedimentos en (a) son litológicamente idénticos a los primeros depósitos del post-Tyrrheniense I de Cala Mosca y Sa Plana, al mismo tiempo que estratigráficamente recuerdan las últimas playas del Tyrrheniense I de S'Estalella (Butzer y Cuerda 1961 y 1962 a) y Cabo Orenol (Cuerda y Muntaner 1961).

Cala Moreya.

Más al Sur de Punta Amer faltan los depósitos fosolíferos de significación estratigráfica, hasta que un buen exponente de ellos se extiende justo al Norte del Torrente de C'an Amer, en Cala Moreya. La geología y estratigrafía de este yacimiento ha sido descrita con detalle (Butzer y Cuerda 1962 b) y sólo requiere ser ahora resumida.

Cerca de un metro de arenas limosas marinas con abundantes cantos de playa y *Cardium edule* L. recubren una caliza miocénica cuya superficie se presenta meteorizada y de color rojo (2,5 YR 5/6). Esta playa, que

alcanza +1,5 m. está recubierta por 50 cms. o más de duna. Su estratigrafía es dudosa. Una playa más moderna, posiblemente del Holoceno ha dejado sus depósitos de *Cardium edule* L. y otros moluscos fragmentados en las grietas y hendiduras de la duna a una elevación de +2,5 m.

S'Illot y Es Bufadó.

La caliza miocena entre S'Illot y Es Bufadó ha sido erosionada, presentado una plataforma de +8,5 m. que representa una fase inicial del Tyrrheniense II b. La superficie más alta muestra restos de limos travertinicos rojo-amarillentos (5 YR 5/6-8) o arenas limosas con fragmentos de *Iberellus minoricensis* Mittre y *Helicella frater* Dohrn et Heynemann. Adosado contra el declive de esta plataforma, y a unos +7,5 m. existe un depósito correspondiente al Tyrrheniense IIb, localizado en los alrededores del lugar denominado Es Bufadó. Está constituído por un metro de arena grosera con detritus fino y conglomerados en su parte superior, que termina con una brecha basta. Los limos presentan un color rojo-amarillento (7,5 YR 7/6). Unicamente la media parte superior del depósito es fosolífera conteniendo las siguientes especies marinas:

Balanus sp.
Conus (Chelyconus) mediterraneus Bruguiere
Conus (Cheliconus) testudinarius Martini
Pisania D'Orbignyi Payraudeau
Tritonidea (Cantharus) viverrata Kiener
Purpura (Stramonita) haemastoma Linné
Purpura (Stramonita) haemastoma Linne var. *laevis* Monts.
Triton (Cymatium) costatus Born
Cerithium (Vulgocerithium) vulgatum Bruguiere
Vermetus sp.
Littorina (Melaræphe) neritoides Linné
Natica (Mammilla) lactea Guilding
Fissurella nubecula Linné
Patella caerulea Linné
Mytilus (Hormomya) senegalensis Reeve
Arca (Navicula) Noae Linné
Arca (Acar) plicata Chemnitz
Arca (Fossularca) lactea Linné
Pectunculus (Axinea) violacescens Lamarck
Cardita calyculata Linné
Chama gryphoides Linné

Venus (Chamalaea) gallina Linné
Venerupis (Loripes) lactea, Linné

Del estudio de esta fauna, muy litoral, se deducen una serie de interesantes datos. La presencia en ella de *Balanus* sp. y *Littorina neritoides* L. indica para este yacimiento, con bastante exactitud, el nivel máximo alcanzado por las aguas marinas. También se nota una predominancia de gasterópodos que viven en fondo de piedras o roca, siendo entre ellos una de las especies abundantes *Purpura haemastoma* L. la cua l presenta las típicas formas globosas, tan frecuentes en el Tyrrheniense. Por otro lado, en esta fauna están presentes varias especies termófilas, en porcentaje bastante elevado y en asociación muy característica de las playas del Tyrrheniense II de Mallorca. Son estas: *Conus testudinarius* Mart. *Tritonidea viverrata* Kien. *Triton costatus* Born (en facies litoral), *Natica lactea* Guild., *Mitilus senegalensis* Reeve y *Arca plicata* Chemnt., siendo las dos primeras las más abundantes en número de individuos.

No nos estraña la ausencia del clásico *Strombus bubonius* Lmk. ya que la facies indicada por la fauna de este yacimiento no es propicia para el desarrollo de dicha especie, pero en cambio hacemos observar la presenia de *Triton costatus,* Born, del cual hemos recogido un ejemplar casi completo. Como es sabido en Mallorca esta especie aparentemente falta en los yacimientos del Tyrrheniense III.

Relacionando todos estos datos y comparando la altitud de este yacimiento con la de otros vecinos (S'Illot y Cala Mosca), nos parece evidente que el yacimiento de Es Bufadó corresponde al Tyrrheniense IIb, y su descubrimiento en la costa Oriental de la Isla es interesante ya que nos facilita el estudio de la clásica plataforma marina a +7,3 de Cala D'Or (Butzer y Cuerda, 1962 a); (Butzer, 1962) y al mismo tiempo viene a ser un complemento de la playa a +7-8 m. del Torrente de Son Verí en el Arenal (Bahía de Palma) (Cuerda, Sacares y Miró, 1959).

Entre S'Illot y la playa de Cala Moreya, se observan unas arenas limosas consolidadas con elementos detríticos angulares que alcanzan no más de 2 metros de altitud y contienen fauna marina bastante abundante. En este depósito fosilífero de unos 10-50 cms. de espesor han sido recogidas las siguientes especies:

Conus (Chelyconus) testudinarius Martini
Tritonidea (Cantharus) viverrata Kiener
Triforis (Biforina) perversus Linné
Bittium Latreillei, Payraudeau
Patella (Patellastra) lusitanica Gmelin

Mytilus (Hormomya) senegalensis Reeve
Arca (Navicula) Noae Linné
Arca (Barbatia) barbata Linné
Arca (Acar) plicata Chemnitz
Pectunculus (Axinea) violacescens Lamarck
Cardita calyculata Linné
Cardium (Cerastoderma) edule Linné
Chama gryphoides Linné
Venus (Chamalaea) gallina Linné
Venerupis irus Linné
Tapes (Pullastra) pullastra Montagu
Lucina (Loripes) lactea Linné
Lucina (Jagonia) reticulata Poli
Syndesmya ovata Philippi

Esta fauna presenta un carácter muy litoral con predominancia de pelecipodos, especialmente *Cardium edule* L. especie que alcanza el 50% de la fauna. Las formas de esta especie son muy próximas de la *var, paludosa* B. D. D. propia de aguas tranquilas, mas presentándose asociada con *Lucina lactea* y *Syndesmya ovata*. La fauna pues indica una facies mas bien arenosa en un ambiente de aguas marinas casi estancadas.

Aunque se observa nalgunas especies termófilas, los ejemplares de ellas recogidos son muy escasos, limitándose a uno por especie excepto *Mytilus senegalesis* Rev. y *Arca plicata* Cemnt. que abundan algo. Este fenómeno es corriente en la mayoría de los yacimientos de Tyrrheniense III de Mallorca en los que, a pesar de notarse una notable regresión de las especies de mar cálido o desaparición de alguna de ellas, persisten relativamente abundantes las dos especies citadas.

Así pues este yacimiento por su fauna puede ser considerado, en principio, como correspondiente al Tyrrheniense III.

Cala Mosca.

J. Bauzá (trabajo publicado en este Boletín) ha estudiado la fauna de mamíferos cauternarios recogida entre Porto Cristo y Cala Morlanda, cuyo más importante yacimiento parece ser el situado cerca del «talayot» existente junto a Cala Mosca. Este yacimiento fue localizado por nosotros y fue posible relacionar su estratigrafía con varias playas y depósitos litorales tirrenienses, sitos en este lugar.

La estratigrafía local del sitio conocido por Cala Mosca puede ser expuesto en la siguiente forma:

La base está constituída por una brecha de caliza miocénica, cementada por travertinos y algunos limos, con una superficie lavada por el agua a unos +4-5 m.

Esta puede representar la base de una antigua cueva marina de finales del Tyrrheniense I.

A continuación se superponen, a manera de sedimentos de cueva, depósitos variables de limos cementados rojo-amarillentos (5 YR 4-5/6), conjuntamente con algo de brecha caliza basta. Estos limos muestran una distintiva cristalización secundaria de calcita.

Posteriores a los repetidos limos cementados, tienen lugar dos dunas de grano medio, cada una de las cuales alcanza unos 3 metros de espesor. Estas dunas son ligeramente contemporáneas pero presentando distinta dirección del viento que las formó, ya que la de la cala, rellenando las cuevas, se sedimenta N. 5.° E. en tanto que la duna más joven, sobre las plataformas va en dirección N. 60° O. Ambas dunas son netamente anteriores al nivel marino a +12 m. al cual se debe una extensa rasa que se extiende sobre unos 100 m. en algunos sitios. En efecto, entre los guijarros de aquella playa se observan trozos rodados de ambas calizas dunares así como de limos cementados y brechas. Se trata pues del clásico nivel Tyrrheniense IIa +12 m. igual que en Cala D'Or y S'Estalella. (Butzer y Cuerda 1962 a; Butzer, 1962). Ello dataría a las dunas como correspondientes a la regresión Rissiense en el Mediterráneo.

Más tarde un nivel marino a +8,0 m. excavó cuevas marinas durante el Tyrrheniense IIb inicial. Después de eso la acción coluvial produjo la acumulación de unos 65 cms. de arenas limosas, semicementadas, rojizas (5 YR 6/4, 5/6) con elementos detríticos de cada uno de los anteriores depósitos. Finalmente, un más tardío nivel marino del Tyrrheniense IIb, escavó nuevamente cuevas marinas depositando unos 20 cms. de arenas de playa bastas, en una ranura a +4,5 m. La fauna recogida en estos sedimentos contiene:

Columbella rustica Linné
Murex (Chicoreus) trunculus Linné
Vermetus sp.
Patella (Patellastra) ferruginea Gmelin
Anomia ephippium Linné
Spondylus gaederopus Linné
Arca (Navicula) Noae Linné
Arca (Barbatia) barbata Linné

Esta fauna carece de significación estratigráfica y su pobreza es debida a la mala conservación de los restos de playa que se limitan a simples incrustaciones o rellenos de hendiduras de las paredes de las cuevas excavadas por este nivel marino.

La especie más abundante en número de individuos es *Spondylus gaederopus* L. que constituye el 75 % del conjunto de especies.

El yacimiento de mamíferos citado por Bauzá (consiste en una larga trinchera de origen cárstico, a +10 m. posiblemente relacionada con un nivel marino del Tyrrheniense I. La base la forma la caliza miocénica, la cual en parte ha sido decolorada hasta una profundidad de unos 10 cms.. con un color rojo claro (2,5 YR 6/6). Esto sugiere una zona de meteorización del Tyrrheniense I. Sobre dicha base se observan los siguientes depósitos:

a) 20 cms. de un claro travertino basto con granos cristalinos.

b) 20 cms. de travertino limoso rojo amarillento (5 YR 5/6) de grano más fino y estratificado horizontalmente.

c) 15 cms. de travertino arenoso, semicementado, amarillo-rojizo (7,5 YR 6/6).

d) 20 cms. de limos rojos cementados (2,5 YR 4/6), (5 YR 5/8) con cristalizaciones secundarias de calcita y decoloración de manganesa. Esta capa es fosilífera con abundantes restos del antilopido *Mytragus balearicus* Bate y otros más raros de pequeños roedores: *Hypnomys morphaeus* Bate y *Nesiotite Hidalgo* Bate. Este depósito pasa en concordancia a:

e) 50 cms. de brecha caliza cementada, cuya superficie ha sido erosionada y excavada por la playa Tyrrheniense IIa a +12 m., de forma que en dicha playa se observan bloques rodados de aquel material.

La estratigrafía de estos dos yacimientos se complementa bien, facilitando la exacta edad de los depósitos entre el período de formación de *terra rossa*, la terminación del Tyrrheniense I (Holstein), y las dunas regresionales del Riss. La fauna de mamíferos, corresponde pues al período de transición entre el interglaciar Holstein y el Glacial Riss.

Cala Morlanda.

Los autores descubrieron también en Cala Morlanda una cueva con fauna de mamíferos. en contextura geológica, en un yacimiento no mencionado específicamente por Bauzá (1962). Se trata de una cueva hundida, excavada por un nivel marino a +4,5 m. en una plataforma del Mioceno de +8,5-12 m. Esta cueva fue más tarde modificada por un nivel marino a +3 m. El depósito consiste en unos sedimentos de cueva, decalcificados y semiconsolidados, rojos (2.5 YR 4/8), y limos consolidados, ligeramente

más tardíos, rojos (5 YR 5/8) y travertinos masivos. Los limos contienen *Hypnomys morphaeus* Bate y *Eobania vermiculata* Muller, siendo posiblemente de la misma edad un ejemplar de *Tudorella ferruginea* Lmk., allí recogido. La analogía de la tierra roja de cueva con la de Cala S'Almonia (Butzer y Cuerda, 1961, 1962 a) y las diferencias litológicas comparadas con Cala Mosca, sugieren que esos depósitos son posteriores al Tyrrheniense I y probablemente transicionales entre el interglacial Eem y el glacial Wurm.

LOS DEPOSITOS CUATERNARIOS NO MARINOS.

Como continuación a la descripción hecha de los yacimientos fosilíferos o de mayor importancia estratigráfica, vamos ahora a hacer un esbozo de las diferentes facies de edad cuaternaria y su importancia regional.

(I) Dunas litorales y extensiones de arena recientes, no consolidadas (cf. la clasificación de Butzer, 1962). Estas adquieren considerable importancia entre el Arenal de Son Servera y la Playa de Sa Coma, donde alcanzan espesores de 10 m.

La mayoría de estos depósitos eólicos están fijados por la vegetación y ofrecen perfiles de suelos de xerorendzina. Las adyacentes líneas de costa, en parte, no presentan arenas de playa, de forma que hay que dar a aquellos fenómenos un carácter más o menos «fosil».

(II) Depósitos coluviales, semiconsolidados, en ciertas pequeñas planas costeras a +2,5-4,5 m. probablemente de edad holocena. Igualmente han sido observados depósitos similares, por los autores, en las Pityusas (Butzer y Cuerda, 1962 b). Estos débiles depósitos costeros pueden ser contemporáneos de algún prehistórico o histórico alto nivel del mar.

(III) Depósitos fluviales del Pleistoceno, consolidados o cementados. La mayoría de los torrentes más importantes ofrecen una terraza fluvial, bien definida, en el interior, normalmente en pendiente, desde una elevación relativa de 6-7 m. tierra adentro, hasta +2,5 m. junto a la costa. Esta única terraza, que necesariamente corresponde a un período regresional, se presenta generalmente cementada por una costra zonar y a una considerable profundidad bajo un suelo de labor derivado de *terra rossa*. Es más antigua que una tufa (toba calcárea) fosil con impresiones de *Cyperaceae*, hallada en los valles torrenciales, y puede ser por lo tanto considerada como rissiense. En las mismas proximidades de la costa muchos de los torrentes pudieron en otro tiempo acumular conos aluviales durante algunos de los períodos de más altos niveles marinos, por ejemplo, en el Port Roig, durante el último Tyrrheniense IIb.

(IV) Depósitos coluviales consolidados o cementados del Pleistoceno. En los yacimientos costeros de la región son muy comunes los limos coluviales o arenas limosas de color rojizo, en parte altamente detríticas.

Tales depósitos tienen desde luego un área considerable y se extienden, atravesando en parte o en su totalidad la plataforma costera, hacia las series plegadas del interior. Sin embargo no suelen exceder 1 m. de espesor. Raras veces son posteriores, estratigráficamente, al Tyrrheniense III. Las facies de esas formaciones coluviales están en consonancia con la roca subyacente: los colores rojos son propios del Mesozoico masivo, las calizas y molasas del Mioceno y de las dunas cuaternarias. Por otra parte la creta o estratos margosos de edad pre-Helvetiense, no produjeron suelos de *terra rossa* durante el Pleistoceno. La coluviación asociada consiste en depósitos de creta nodulosa con frecuente costra zonar, y normalmente de color blanco. Lo mismo que las terrazas fluviales, las formaciones coluviales indican generalmene una erosión pluvial, ocurrida durante las fases más húmedas con aguaceros torrenciales. (Butzer, 1963).

(V) Dunas *(aeolianites)* regresivas, consolidadas o cementadas del Pleistoceno. Las dunas son importantes únicamente en las áreas de base miocénica, siendo ciertamente un resultante de arenas groseras y pequeñas guijas, dominando las playas en áreas de base más antigua, al Norte de Es Port Roig. El promontorio de la Punta de Amer, ofrece sobre unos 30 m. de tales dunas regresivas, principalmente rissienses, pero en parte también de edad wurmiense. Al Oeste de Cala Moreya y Playa de Sa Coma, se extiende, algo hacia el interior, una larga hilera de dunas del pre-Tyrrheniense II, pero de nuevo devienen insignificantes a lo largo de los escarpados acantilados de costa, entre Cala Morlanda y Porto Cristo. La dirección del viento, puesta de manifiesto en diversas unidades estratigráficas de estas dunas, varía considerablemente. Como norma, las dunas iniciales de cada regresión glacial están estratificadas perpendiculares a la costa local, mientras que las dunas finales lo están en relación a la distante isobata de 100 m. A pesar de que la mayorías de estas dunas presentan una casi total ausencia de conchas terrestres, en ellas son abundantes las impresiones de raíces calcificadas.

CONCLUSIONES ESTRATIGRAFICAS

El estudio efectuado durante 1961 y 1962, de los depósitos cuaternarios litorales sitos entre Canyamel y Porto Cristo, permite hacer las siguientes deducciones:

a) La plataforma costera que se extiende hacia el interior con elevaciones de +40-80 m. representa una serie de plataformas de abrasión marina perteneciente al Pleistoceno inferior.

b) Los depósitos y playas estratigráficamente considerados más antiguos consisten en sedimentos de cueva, limos rojos cementados y mezclas de arenas de playa y eólicas procedentes de los finales del Tyrrheniense I, o más probablemene de la base del Riss. La fauna de mamíferos de Cala Mosca (Bauzá, 1962) fue hallada en estos sedimentos, depositados en tiempos de un clima algo húmedo, posiblemente a continuación de la mayor fase de desarrollo de *terra rossa.*

c) Las dunas litorales regresivas de edad risiense son de considerable importancia en algunos sitios. El complejo del Riss consta por lo menos, en esta región, de tres grandes dunas *(aeolianites).*

d) El Tyrrheniense II está representado por claras líneas de costa situadas a:

+12,0 m.
+8,0-8,5 m.
+7,3-7,5 m. (con fauna termófila)
+6,0-6,5 m. (con fauna)
+4,5 m. (con fauna)
+1,5-2,8 m. (con fauna termófila)

e) La fauna recogida en esos yacimientos del Tyrrheniense II corresponde a una facies muy litoral, siendo generalmente indicadora del nivel máximo alcanzado por las aguas marinas. En aquellos depósitos que existe fauna termófila ésta comprende en conjunto la casi totalidad de las especies características recogidas en otros yacimientos de esta edad, localizados en Mallorca. En este sentido los yacimientos de Es Port Roig y sobre todo el de Ses Rotas de Sa Cova, en su fauna termófila, ofrecen una sorprendente analogía con los de la Bahía de Palma (Cuerda 1957 b) de este mismo piso(Molinar, Coll de'n Rebassa etc.) En unos y otros son frecuentes los individuos de las especies llamadas senegales, sin faltar, entre ellas, el típico *Strombus bubonius* Lmk y *Triton costatus* Born. Ambas especies son de gran valor estratigráfico para diferenciar el Tyrrheniense II y III de Mallorca, ya que la primera hoy extinta en el Mediterráneo, sólo ha sido hallada rarísimas veces y siempre fragmentada en depósitos marinos del Tyrrheniense III, mientras que la segunda al parecer inicia, a partir del Tyrrheniense II, un desplazamiento batimétrico en el citado mar donde ella habita hoy aguas profundas y es más bien rara.

f) El Tyrrheniense III está representado por depósitos de limitada importancia y alguno que otro fenómeno de abrasión, a elevaciones de +1,5-2,1 m.

La fauna recogida en estos yacimientos del Tyrrheniense III acusa una notable regresión de las especies termófilas, la mayoría de las cuales sólo están representadas por contados ejemplares, o faltan totalmente (Es Port Roig). Unicamente *Mytilus senegalensis* Reeve y *Arca plicata* Chemnt. son relativamente abundantes en algunos yacimientos, por ejemplo, en el de S'Illot. Estos caracteres faunísticos, unidos al hecho de faltar en estos depósitos el clásico *Strombus bubonius* Lmk. y *Triton costatus* Born, coinciden perfectamente con los observados en otros yacimientos fosilíferos de la misma edad, localizados en otros puntos de Mallorca, especialmente los de la Bahía de Palma (Cuerda 1957 b).

Esta marcada regresión de especies termófilas, que nos ayuda a identificar el Tyrrheniense III, la atribuímos a un cambio climático de tendencia fría, ocurrido entre este período y el Tyrrheniense II b final, cambio que debió ir relacionado con una oscilación negativa del nivel marino, de amplitud desconocida pero de larga duración.

g) El Tyrrheniense III parece haber sido precedido por una fase de formación de *terra rossa* y posiblemente está separado del Tyrrheniense II b final por una duna regresiva. Este período fue más o menos contemporáneo de la última deposición importante de limos coluviales.

h) La regresión del Wurm fue acompañada de una acumulación local de dunas litorales.

i) Durante una o más fases del Holoceno se depositaron las dunas no consolidadas y posiblemente también sedimentos coluviales locales junto a la costa.

EXPLICACIÓN A LA LÁMINA I

Algunos fósiles característicos del Pleistoceno superior marino de Mallorca (Sector de costa Canyamel-Porto Cristo)

Fig. 1.—*Conus testudinarius* Martini.—Yacimiento de Es Bufador.—Tyrrheniense II a 7,5 mt.

Fig. 2—*Arca plicata* Chemnitz id. id.

Fig. 3.—*Tritonidea viverrata* Kiener.—Yacimiento de S'Illot.—Tyrrheniense III a 2mt.

Fig. 4.—*Mytilus senegalensis* Reeve. id. id.

Fig. 5.—*Arca plicata* Chemnitz. id. id.

Fig. 6.—*Conus testudinarius* Martini.— Yacimiento de Ses Rotas de Sa Cova. Tyrrheniense II a 1,6 mt.

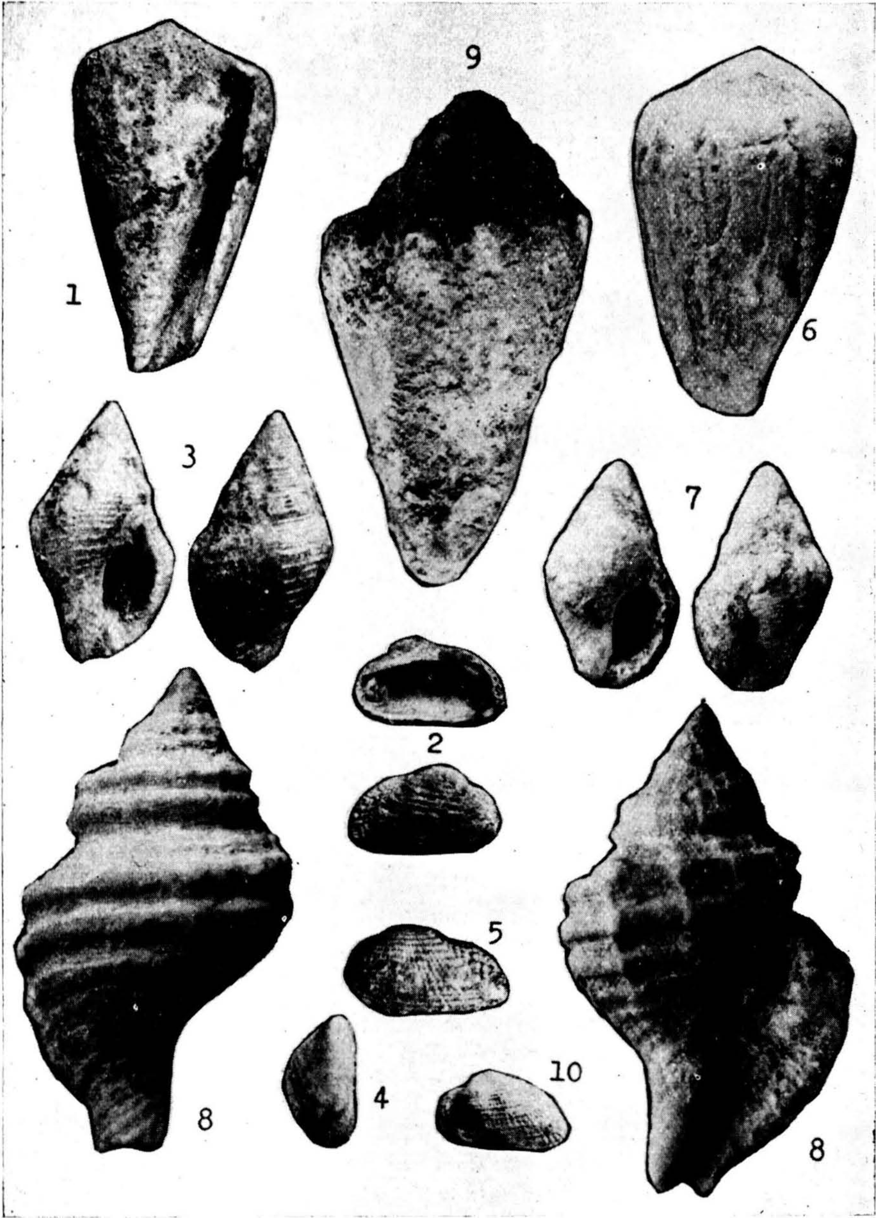
Fig. 7.—*Tritonidea viverrata* Kiener id. id.

Fig. 8.—*Triton costatus* Born id. id.

Fig. 9.—*Strombus bubonius* Lamarck (frag.) id. id.

Fig. 10.—*Arca plicata* Chemnitz id. id.

(Todos los ejemplares están reproducidos aproximadamente a 4/5 de su tamaño natural)


9
1
6
3
7
2
8
5
10
4
8
8

J. Bauzá Rullán, 1962 — **Contribuciones a la Geología de Mallorca.** Bol. Soc. Hist. Nat. de Baleares. Vol VII.

K. W. Butzer, 1961 — **Coastal geomorphology of Majorca.** — Annals Assoc. American Geographers, vol. 52 p. 191-211.

1963. — **Climatic geomorphologic interpretation of Pleistocene sediments in the Eurafrican subtropics,** In: F. C. Howell, ed., **«African ecology and human evolution».** Viking. Fund. Publications in Antropology, Chicago, en prensa.

K. W. Butzer y J. Cuerda 1961. — **Nota preliminar sobre la estratigraífa y paleontología del Cuaternario marino del Sur y S.E. de la Isla de Mallorca.** — Bol. Soc. Hist. Nat. de Baleares. Vol. VI (1960), p. 9-29.

— y — 1962 a. — **Coastal stratigraphy of southern Mallorca and its implications for the Pleistocene chronology of the Mediterranean sea.** Journal of Geology. Vol. 70, p. 398-416. U.S.A.

— y 1962 b. — **Nuevos yacimientos cuaternarios de las Baleares.** — Notas y Comunicaciones Inst. Geol. y Minero de España. Vol. núm. 67 p. 25-70.

J. Cuerda Barceló. 1957 a. — **Contribución al estudio de la fauna tirreniense de la isla de Mallorca.** — Actas V Congr. Int. INQUA (Madrid-Barcelona 1957), en prensa.

— 1957 b. — **Fauna marina del Tirreniense de la Bahía de Palma (Mallorca).** — Bol. Soc. Hist. Nat. de Baleares. Vol. III p. 3-76.

J. Cuerda y A. Muntaner, 1967. — **Les formations tyrrheniennes de la Baie de Palma.** — Livret Guide de l'Escursion L. Levant, Majorque. — V Congr. Int., INQUA (Madrid-Barcelona) p. 34-46.

— y — 1961. — **Nota sobre diversos niveles tirrenienses localizados en las cercanías del Cap Orenol (Mallorca).** — Bol. Soc. Hist. Nat. de Baleares. Vol. VI p. 37-46.

J. Cuerda, J. Sacarés y M. de Miró, 1959. — **Nota sobre un nuevo yacimiento cuaternario marino.** — Bol. Soc. Hist. Nat. de Baleares, Vol. V p. 31-32.

B. Darder Pericás, 1932. — **Mapa geològic de las Serres de Llevant de l'illa de Mallorca.** Publicado por la Excma. Diputación Provincial de Baleares, 2 hojas.

H. Hermite, 1879. — **Etudes geologiques sur les Illes Baleares.** — París.

A. Muntaner Darder, 1957. — **Las formaciones cuaternarias de la Bahía de Palma (Mallorca).** Bol. Soc. Hist. Nat. de Baleares, Vol. III, p. 77-118.

L. Solé Sabaris, 1962. — **Le Quaternaire marin des Baléares et ses rapports avec les côtes méditerranéennes de la péninsule Iberique.** — Quaternaria Vol. 6, en prensa.